

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-047217

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G02F 1/1343

G02F 1/136

G09F 9/35

(21)Application number : 10-210134

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 24.07.1998

(72)Inventor : MIYAJI KOICHI  
NAGAE NOBUKAZU  
NAKAJIMA MUTSUMI  
SHIOMI MAKOTO

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

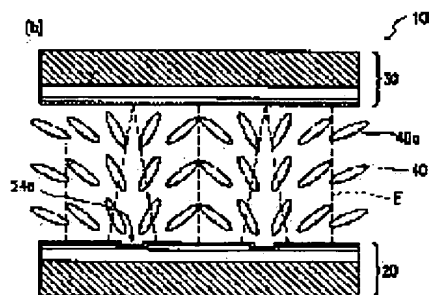
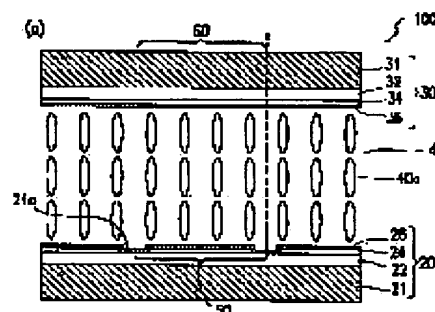
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to obtain a device which has a broad visual field angle and does not give rise to a residual phenomenon by regulating sub- picture element regions with sub-electrode regions having apertures on at least either of the angles and sides of a polygonal shape.

SOLUTION: The picture electrodes 24 of the liquid crystal display device 100 have the plural apertures 24a.

These apertures regulate the sub-electrode regions 50 having the apertures 24a on the angles or sides of the polygonal shape and act to axisymmetrically align the liquid crystal molecules 40a in the sub-picture element regions regulated by the sub-electrode regions 50. When voltage is applied to a liquid crystal layer 40, the liquid crystal molecules 40a having negative dielectric anisotropy are so align that the major axes of the molecules are made perpendicular to electric lines E of force. The electric lines E of force on the peripheries of the apertures 24a incline to the surfaces of the

substrate 21 and the substrate 31 and the liquid crystal molecules 40a on the peripheries of the apertures 24a are so aligned as to fall radially around the apertures 24a. Consequently, the liquid crystal molecules 40a in the sub- picture element regions 60 are axisymmetrically aligned.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3367902  
[Date of registration] 08.11.2002  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-47217

(P2000-47217A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/1337	5 0 5	G 0 2 F 1/1337	2 H 0 9 0
1/1343		1/1343	2 H 0 9 2
1/136	5 0 0	1/136	5 C 0 9 4
G 0 9 F 9/35	3 0 2	G 0 9 F 9/35	3 0 2

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平10-210134	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成10年7月24日 (1998.7.24)	(72) 発明者	宮地 弘一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	長江 伸和 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策

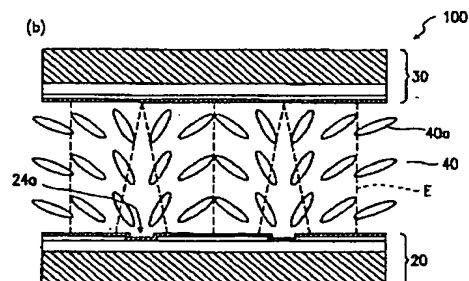
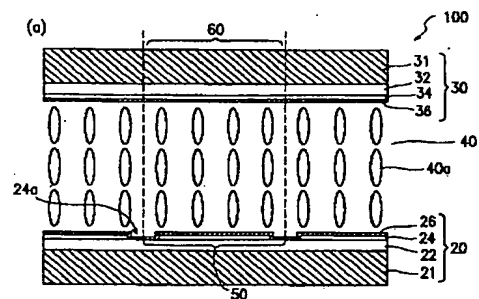
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 広視角特性を有し、残像現象が発生しない液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 表示の単位となる絵素領域は液晶分子が軸対称配向する複数のサブ絵素領域を有する。液晶層を挟持する第1電極および第2電極の少なくとも一方は、絵素領域内に、規則的に配置された複数の開口部を有し、サブ絵素領域は、多角形の角および辺の少なくとも一方に開口部を有するサブ電極領域で規定される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 基板と、第 2 基板と、該第 1 基板と該第 2 基板との間に挟持された液晶層とを有し、該第 1 基板と該第 2 基板とは、それぞれ該液晶層側に、第 1 電極と第 2 電極とを有し、該第 1 電極と、該第 2 電極と、該第 1 および第 2 電極によって電圧が印加される該液晶層の領域とが、表示の単位となる絵素領域を規定し、該絵素領域は該液晶層の液晶分子が軸対称配向する複数のサブ絵素領域を有する、液晶表示装置であって、該第 1 電極および該第 2 電極の少なくとも一方は、該絵素領域内に、規則的に配置された複数の開口部を有し、該サブ絵素領域は、多角形の角および辺の少なくとも一方に該開口部を有するサブ電極領域で規定される、液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 電極は、マトリクス状に配置された複数の絵素電極を含み、該複数の絵素電極のそれぞれは、スイッチング素子を介して、走査線および信号線に接続され、前記第 2 電極は、該複数の絵素電極に対向する対向電極であって、該複数の絵素電極のそれぞれが、前記少なくとも 1 つのサブ電極領域を有する請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記複数のサブ絵素領域を規定する前記サブ電極領域は、前記多角形が合同であり、且つ、該多角形の辺を共有する複数のサブ電極領域を含む、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記多角形は回転対称性を有し、前記液晶層の液晶分子は、該多角形の回転対称軸に対して軸対称状に配向する、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記第 1 電極および前記第 2 電極の少なくとも一方は、前記絵素領域に、規則的に配置された凹部を有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記第 1 及び第 2 基板の少なくとも一方は、前記液晶層の厚さを制御する柱状の突起を有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶材料で形成されており、且つ電圧無印加状態において、該液晶材料の液晶分子は、前記第 1 基板及び第 2 基板に概ね垂直に配向する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記第 1 基板および第 2 基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第 1 基板および第 2 基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも 1 枚の負の屈折率異方性を有する一軸性位相差板を更に有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 1 基板および第 2 基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第 1 基板および第 2 基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも 1 枚の正の屈折率異方性を有する一軸性位相差板を更に有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記第 1 基板および第 2 基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第 1 基板および第 2 基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも 1 枚の二軸性位相差板を有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

15 【請求項 11】 前記液晶層はカイラル剤を含み、該液晶層の液晶分子は該液晶層の厚さのおおむね 4 倍の螺旋ピッチを有する、請求項 1 の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータ、ワードプロセッサ、車載ナビゲーションなどのモニターやテレビなどに利用される液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、液晶表示装置として、TN (Twisted Nematic) 型の液晶表示装置が広く用いられている。この TN 型液晶表示装置の液晶層は、上下 2 枚の配向膜のラビング方向を変え、電圧無印加の状態において液晶分子がねじれた状態（ツイスト配向）にしている。TN モードの液晶表示装置には、表示品位の視角依存性が大きく、しかも階調の反転現象が現れるという問題が発生する。

20 【0003】このような問題を解決するために、負の誘電異方性を有する液晶材料と垂直配向膜を用いた方式（垂直配向モード）が提案されている。垂直配向モードは、電圧無印加状態において黒表示を行う。負の屈折率異方性を持つ位相差板などを用いて、電圧無印加状態の垂直配向した液晶層による複屈折をおおよそ補償することによって、きわめて広い視角方向で良好な黒表示を得ることができる。従って、広い視角方向において高いコントラストを持つ表示が可能になる。しかしながら、垂直配向モードでは、電圧印加状態において液晶分子の傾いた方向と同じ方向から観察すると、階調の反転現象が発生するという問題がある。

35 【0004】特開平 6-311036 号公報は、対向電極の絵素電極に対向する領域の中央部に 1 つの開口部を設ける構成を開示している。これにより、絵素電極と対向電極間で電極面に垂直に発生していた電界を斜めにするため、垂直配向モードにおいて、電圧印加時に液晶分子が軸対称状に倒れることになり、一方向にしか倒れなかったときよりも視角依存性が平均化され、全方位にわたって極めて良い視角特性を得ることができる。

【0005】

45 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した、特開平 6-311036 号公報の構成では、斜め電界を絵素内全域に均一に発生させることが難しく、その結果、液晶分子の電圧に対する応答が遅れる領域が絵素内に発生し、残像現象が現れるという問題が生じる。

50 【0006】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、広視角特性を有し、残像現象が発生し

ない液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、該第1基板と該第2基板との間に挟持された液晶層とを有し、該第1基板と該第2基板とは、それぞれ該液晶層側に、第1電極と第2電極とを有し、該第1電極と、該第2電極と、該第1および第2電極によって電圧が印加される該液晶層の領域とが、表示の単位となる絵素領域を規定し、該絵素領域は該液晶層の液晶分子が軸対称配向する複数のサブ絵素領域を有する、液晶表示装置であって、該第1電極および該第2電極の少なくとも一方は、該絵素領域内に、規則的に配置された複数の開口部を有し、該サブ絵素領域は、多角形の角および辺の少なくとも一方に該開口部を有するサブ電極領域で規定され、そのことによって上記目的が達成される。

【0008】前記第1電極は、マトリクス状に配置された複数の絵素電極を含み、該複数の絵素電極のそれぞれは、スイッチング素子を介して、走査線および信号線に接続され、前記第2電極は、該複数の絵素電極に対向する対向電極であって、該複数の絵素電極のそれぞれが、前記少なくとも1つのサブ電極領域を有する構成としてもよい。

【0009】前記複数のサブ絵素領域を規定する前記サブ電極領域は、前記多角形が合同であり、且つ、該多角形の辺を共有する複数のサブ電極領域を含む構成としてもよい。

【0010】前記多角形は回転対称性を有し、前記液晶層の液晶分子は、該多角形の回転対称軸に対して軸対称状に配向することが好ましい。

【0011】前記第1電極および前記第2電極の少なくとも一方は、前記絵素領域に、規則的に配置された凹部を有する構成としてもよい。

【0012】前記第1及び第2基板の少なくとも一方は、前記液晶層の厚さを制御する柱状の突起を有してもよい。

【0013】前記液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶材料で形成されており、且つ電圧無印加状態において、該液晶材料の液晶分子は、前記第1基板及び第2基板に概ね垂直に配向する構成としてもよい。

【0014】前記第1基板および第2基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第1基板および第2基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも1枚の負の屈折率異方性を有する一軸性位相差板を更に有する構成としてもよい。

【0015】前記第1基板および第2基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第1基板および第2基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも1枚の正の屈折率異方性を有する一軸性位相差板を更に有する構成としてもよい。

【0016】前記第1基板および第2基板を挟持する一対の偏光板を更に有し、該第1基板および第2基板と該一対の偏光板との間に、少なくとも1枚の二軸性位相差板を有する構成としてもよい。

05 【0017】前記液晶層はカイラル剤を含み、該液晶層の液晶分子は該液晶層の厚さのおおむね4倍の螺旋ピッチを有してもよい。

【0018】以下、作用について説明する。

【0019】本発明の液晶表示装置において、液晶層に電圧を印加する電極は、表示の単位となる絵素領域に開口部（電極が無い領域）を有する。開口部から電界が発生しないので、開口部周辺の電界は、電極面の法線方向から傾いた斜め電界となる。例えば、負の誘電異方性を有する液晶分子は電界に対して、分子の長軸を垂直に配向するので、開口部周辺の液晶分子は、斜め電界によって放射状（軸対称状）に配向する。その結果、液晶分子の屈折率異方性に起因する視角依存性は、方位角方向においては、平均化される。

【0020】多角形の角および辺の少なくとも一方に開口部を有するサブ電極領域を形成することによって、液晶分子が軸対称状に配向するサブ絵素領域を絵素領域内に複数安定に形成することができる。複数の合同な多角形でサブ絵素領域を規定すると、サブ絵素領域の配置の対称性が向上するので、視角特性の均一性が向上する。さらに、多角形が回転対称性を有することによって、視角特性がさらに均一化される。

【0021】絵素領域内の電極に凹部を形成すると、凹部上の液晶分子は、凹部の表面に形成された垂直配向膜の表面に対して垂直に配向するので、凹部の中心軸に向かって軸対称状に傾く。隣接する開口部の間の中央にこの凹部を形成すると、軸対称配向の中心軸が凹部の中心に形成される。従って、凹部を設けることにより、軸対称配向の中心軸の位置を固定・安定化することができる。

35 【0022】

【発明の実施の形態】透過型のアクティブマトリクス型液晶表示装置を例に、本発明の実施形態を以下に説明する。

【0023】（実施形態1）実施形態1による液晶表示装置100の1絵素領域の断面図を模式的に図1に示す。液晶表示装置100は、アクティブマトリクス基板20と対向基板（カラーフィルタ基板）30とに挟持された液晶層40を有する。アクティブマトリクス基板20は、透明な基板21の液晶層40側表面に、絶縁膜22、絵素電極24、配向膜26をこの順で有する。絵素電極24に電圧を印加するために基板21に形成されているアクティブ素子（典型的にはTFT）や配線は簡単のために省略する。対向基板（カラーフィルタ基板）30は、透明な基板31の液晶層40側表面に、カラーフィルタ層32、対向電極34、配向膜36をこの順に有

する。この例では、配向膜 26 及び 36 は垂直配向膜であり、液晶層 40 は負の誘電異方性を有する液晶材料で形成されている。

【0024】液晶表示装置 100 の絵素電極 24 は、複数の開口部（電極が無い部分）24a を有する。後に詳述するように、複数の開口部 24a は、多角形の角または辺に開口部 24a を有するサブ電極領域 50 を規定し、サブ電極領域 50 で規定されるサブ絵素領域 60 内の液晶分子 40a を軸対称状に配向させるように作用する。

【0025】図 1 (a) に示すように、液晶層 40 に電圧が印加されていない状態においては、液晶分子 40a は、垂直配向膜 26 及び 36 による配向規制力によって、垂直配向膜 26 及び 36 の表面に対して垂直に配向する。図 1 (b) に示すように、液晶層 40 に電圧を印加した状態においては、負の誘電異方性を有する液晶分子 40a は、分子長軸が電気力線 E に対して垂直になるように配向する。開口部 24a の周辺における電気力線 E は、基板 21 及び基板 31 の表面に対して傾くので、開口部 24a の周辺の液晶分子 40a は、開口部 24a を中心に放射状に倒れるように配向する。その結果、サブ絵素領域 60 内の液晶分子 40a は、軸対称状に配向する。

【0026】図 2 に、本発明の液晶表示装置 100 に用いられるアクティブマトリクス基板 20 の 1 絵素に対応する領域の上面図を示す。先に示した図 1 は、液晶表示装置を図 2 の I-I' 線に沿った断面から見た図に相当する。

【0027】アクティブマトリクス基板 20 は、絵素電極 24 に印加する電圧を制御する TFT70 と、TFT70 のゲートに走査信号を供給するゲート配線（走査線）72 と、TFT70 のソースにデータ信号を供給するソース線（信号線）74 と、絵素電極 24 と同電位となる補助容量共通配線 76 とを有している。この例では、補助容量に補助容量共通配線 76 を用いて形成するいわゆる Cs On Common 構造を例示しているが、ゲート配線を用いて補助容量を形成する Cs On Gate 構造を用いてもよいし、補助容量を省略してもよい。

【0028】絵素電極 24 は、複数の開口部 24a を有する。複数の開口部 24a は、その開口部が角に位置するサブ電極領域 50a、50b、50c を規定する。サブ電極領域は、最も近い開口部 24a の中心同士を結んだ線によって形成される多角形で規定することができ、この例におけるサブ電極領域は、3 つの四角形である。サブ電極領域 50c の図中の左下角の開口部は、絵素電極 24 の外形がサブ電極領域 50c 内で欠けていることによって形成されている。サブ電極領域 50a と 50c とは、互いに合同な正方形（中心に 4 回回転軸を有する）であり、サブ絵素電極領域 50b は長方形（中心に 2 回回転軸を有する）である。サブ絵素電極領域 50b

の長方形は、サブ電極領域 50a および 50c とそれぞれ一辺を共有している。

【0029】本実施形態の液晶表示装置 100 は、例えば、以下のようにして製造することができる。アクティブマトリクス基板を作製する公知のプロセスにおける、絵素電極をパターニングする工程において、図 2 に示した開口部 24a が形成されるようなパターンを用いることによって、従来のプロセスの工程数を増加させることなく、本実施形態で用いられるアクティブマトリクス基板 20 を形成することができる。他の工程は、公知のプロセスを用いることができる。対向基板 30 も公知の方法を用いて作製できる。絵素電極 24 および対向電極 34 は、厚さ約 50 nm の ITO（インジウム錫酸化物）の膜で形成した。

【0030】得られたアクティブマトリクス基板 20 と対向基板 30 とに、ポリイミド系の垂直配向膜 26 及び 36（例えば、JALS-204：日本合成ゴム社製）を印刷法により塗布した。垂直配向膜 26 及び 36 としては、上記以外にオクタデシルエトキシシランやレシチン等垂直配向性を有している材料を広く用いることができる。次にアクティブマトリクス基板 20 に直径約 4.5  $\mu\text{m}$  のプラスチックビーズを散布した。対向基板 30 には表示領域周辺にスクリーン印刷によりガラス繊維が混入したエポキシ樹脂からなるシール部を形成した。これら両基板 20 及び 30 を貼り合わせ、熱硬化させた。アクティブマトリクス基板 20 と対向基板 30 との間隙には真空含浸法を用いて負の誘電異方性を持つ液晶材料 ( $\Delta\epsilon = -4.0$ ,  $\Delta n = 0.08$ ) を注入した。このようにして、液晶表示装置 100 を得た。本実施形態では、絵素電極 24 に開口部 24a を形成した例を示したが、開口部を対向電極に形成してもよい。いずれの場合においても、表示の単位となる絵素領域内の電極に複数の開口部を形成すればよい。特に、絵素電極 24 に開口部 24a を形成すると、導電膜をパターニングして絵素電極 24 を形成する工程において、同時に開口部 24a を形成できるので、工程数の増加がないという利点がある。

【0031】図 3 に、液晶表示装置 100 に中間調電圧を印加した状態で、1 絵素領域 100a を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す。絵素領域 100a は、サブ絵素領域 60a、60b および 60c を有する。サブ絵素領域 60a、60b および 60c は、それぞれ、図 2 のサブ電極領域 50a、50b および 50c によって規定されている。TFT70、ゲート線 72、ソース線 74 など光を透過しない材料で形成されている部分（またはブラックマトリクスが形成されている部分）および開口部 24a は黒く観察されている（補助容量共通配線 76 は透明電極で形成されている）。この例では、絵素領域の長辺方向のピッチは約 300  $\mu\text{m}$  で、短辺方向のピッチは約 100  $\mu\text{m}$ 、開口部 24a の直径は約 10  $\mu\text{m}$  である。

【0032】図3から明らかなように、サブ絵素領域60a、60bおよび60c内には、十字の消光模様が観察されており、液晶分子が軸対称状に配向していることが分かる。正方形のサブ電極領域50aおよび50cで規定されているサブ絵素領域60aおよび60c内では、4回回転軸を有する消光模様が、長方形のサブ電極領域50bで規定されているサブ絵素領域60b内では、2回回転軸を有する消光模様が観察されている。また、サブ絵素領域60a、60bおよび60cの周辺部においても、それぞれのサブ絵素領域内と同様の形状の消光模様が形成されており、サブ絵素領域の周辺においても、液晶分子が軸対称配向していることが分かる。すなわち、開口部24aによって生じた斜め電界によって倒された液晶分子の配向が、絵素領域の周辺に位置する液晶分子にも伝わり、サブ絵素領域の周辺においても、開口部24aを中心にほぼ放射状に配向していることが分かる。

【0033】上述したように、本実施形態によると、絵素領域全体に亘り、液晶分子が軸対称配向した領域を形成することができる。従って、この液晶表示装置の表示特性は、視角方向の方位角に依存せず、広視野角特性を有する。電圧無印加時においては、液晶分子がすべて基板面に垂直に立っており、良好な黒表示を示した。また、立ち上がり応答時間は、約20msecで、良好な白表示を得ることができた。中間調表示においても、軸対称配向は乱れずに形成され、応答速度も十分速く、残像現象は見られなかった。得られた軸対称配向は、極めて安定であり、繰り返し動作試験においても配向不良は発生しなかった。

【0034】上記の例では、四角形のサブ電極領域50a、50b、50cを形成したが、サブ電極領域の形状はこれらに限られない。角および辺の少なくとも一方に開口部を有する多角形であればよい。3角形であってもよいが、視角の方位角依存性を均一化するためには、四角形以上が好ましい。また、長方形よりも正方形の方が、回転対称性が高いので、視角特性の均一化の効果が優れる。四角形のサブ電極領域50を有する絵素電極24の他の例を図4(a)から(c)に示す。さらに、五角形以上の多角形のサブ電極領域50を含む絵素電極24の例を図5(a)から(c)に示す。例えば、図5

(a)に示したように、六角形の角に開口部24aを配置しても良いし、図5(b)に示したように六角形の中心に更に開口部24aを形成してもよい。図5(b)の絵素電極24を用いた場合には、液晶分子が軸対称配向するサブ絵素領域は、三角形となる。また、図5(c)に示したように、長方形の開口部24aを八角形の辺に配置してもよい。開口部24aの形状は、円や長方形に限られず、任意の形状であってよい。サブ絵素領域は回転対称性の高い多角形(限りなく円に近い)であることが好ましいので、正多角形であることが好ましい。ま

た、複数のサブ絵素領域の配置も回転対称性を有することが好ましいので、互いに合同な正多角形を規則的に配置することが好ましい。

【0035】サブ絵素領域60の大きさは、約20 $\mu$ m～約50 $\mu$ m角程度であれば、均一な軸対称を安定に形成することができる。また、開口部24aの大きさは、円形の場合、直径約5 $\mu$ m～約20 $\mu$ mであることが好ましい。開口部24aを多数形成すると絵素開口率が低下するので、表示装置の用途に応じた視角特性と表示輝度とのバランスを考慮して、開口部24aの配置(サブ電極領域の形状)および数を適宜設定すればよい。

【0036】(実施形態2)実施形態2では、電極に開口部を設けると共に、さらに凹部を設けた構成について説明する。実施形態2の液晶表示装置に用いられるアクティブマトリクス基板80の1絵素に対応する領域の上面図を図6に示す。アクティブマトリクス基板80は、図2に示したアクティブマトリクス基板20の絵素電極24の液晶層側の表面に、さらに凹部24bを有する。その他の構成は、アクティブマトリクス基板20と同じであり、図2と同じ参照符号で示し、その説明を省略する。この例では、凹部24bは絵素電極24に形成されているが、対向電極の絵素領域内に形成してもよい。

【0037】図7に図6のVII-VII'線に沿った断面図を示す。基板21上に形成された絶縁膜22に凹部が形成されており、この絶縁膜22上に絵素電極24を形成することにより、凹部24bを有する絵素電極24が形成されている。凹部24bの深さは約5 $\mu$ mで、直径は約10 $\mu$ mである。直径約10 $\mu$ mの開口部24aが実施形態1と同様に形成されている。この絵素電極24上に垂直配向膜26が形成されている。

【0038】凹部24b上の液晶分子40aは、凹部24bの表面に形成された垂直配向膜26の表面に対して垂直に配向するので、凹部24bの中心軸(図7中の破線)に向かって軸対称状に傾く。この方向は、液晶分子40aが開口部24aの周辺に発生する斜め電界によって傾く方向(開口部24aの中心から外向き)とは逆である。従って、隣接する2つの開口部24aの中間の位置に凹部24bを形成すると、開口部24aの周辺に発生する斜め電界によって形成される液晶分子40aの軸対称配向を安定化させることができる。すなわち、サブ絵素領域60内の液晶分子40は、凹部24bの中心軸を中心に安定な軸対称配向をとる。さらに、サブ電極領域50aの周辺部の対称的な位置に凹部24bを設けることによって、絵素領域の周辺部の液晶分子40aの軸対称配向を安定化(対称軸の位置を固定)することができる。すなわち、凹部24bは、開口部24aと協同して、サブ絵素領域を規定する。従って、凹部24bの配置は、開口部24aと合同な多角形を形成するように配置されることが好ましい。凹部24bの形状は円に限られず、任意の形状であってよい。

【0039】実施形態2の液晶表示装置は、基本的に実施形態1と同様の方法で形成することができる。アクティブマトリクス基板80の凹部24bは、例えば、スパッタ法を用いて、厚さ約10 $\mu$ mのシリコン酸化膜を形成し、凹部24bに対応する開口部を有するマスクパターンを用いてエッチングすることによって形成することができる。凹部24bの形状・大きさや深さは、マスクの開口部の形状・大きさや絶縁膜22の厚さとエッチング量で調節することができる。凹部24bの大きさは、開口部24aと同様、円形の場合には直径約5 $\mu$ m～約20 $\mu$ mであることが好ましい。

【0040】図8に、実施形態2の液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で、1絵素領域100bを直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す。実施形態1の液晶表示装置100の1絵素領域100aと同様に、絵素領域100bは、サブ絵素領域60a、60bおよび60cを有する。サブ絵素領域60a、60bおよび60cは、それぞれ、図6のサブ電極領域50a、50bおよび50cによって規定されており、軸対称配向の中心軸は、凹部24bに位置に形成されている。TFT70、ゲート線72、ソース線74、補助容量共通配線76など光を透過しない材料で形成されている部分（またはブラックマトリクスが形成されている部分）および開口部24aは黒く観察されている。この例では、補助容量共通配線76が金属電極で形成されている。絵素領域の長辺方向のピッチは約300 $\mu$ mで、短辺方向のピッチは約100 $\mu$ m、開口部24aの直径は約10 $\mu$ mである。

【0041】本実施形態においても、実施形態1と同様に、絵素領域全体に亘り、液晶分子が軸対称配向した領域を形成することができるとともに、軸対称配向の軸を凹部24bによって制御・安定化することができる。従って、実施形態2の液晶表示装置の表示特性は、実施形態1の液晶表示装置100と同様に、広視野角特性を有するとともに、応答速度も十分速く、残像現象は見られなかった。得られた軸対称配向は、極めて安定であり、繰り返し動作試験においても配向不良は発生しなかった。

【0042】上記の例では、四角形のサブ電極領域50a、50b、50cを形成したが、サブ電極領域の形状はこれらに限られない。図4(a)から(c)に示した開口部24aを有する絵素電極24に対して、それぞれ、図9(a)から(c)に示したように凹部24bを形成しても良い。また、図5(a)から(c)に示した開口部24aを有する絵素電極24に対して、それぞれ図10(a)から(c)に示したように凹部24bを形成してもよい。凹部24bは、軸対称配向の中心軸を固定・安定化するように作用するので、隣接する開口部24aの中央の位置に形成することが好ましく、開口部24aが形成する多角形と合同な多角形を形成するように

配置することが好ましい。また、サブ絵素領域60の周辺部に形成される凹部24bも、サブ絵素領域60内に形成される凹部24bと合同な多角形を形成するように配置されるのが好ましい。

【0043】このような、凹部24bを形成することにより、サブ絵素領域60の大きさが約50 $\mu$ m～約100 $\mu$ m角程度であれば、均一な軸対称を安定に形成することができる。また、凹部24bの大きさ、形状および数は、開口部24aの大きさ、形状および数とともに、表示装置の用途に応じた視角特性と表示輝度とのバランスを考慮して、適宜設定すればよい。

【0044】（実施形態3）上記の実施形態1及び2では、液晶層40の厚さを制御するスペーサとして、プラスチックビーズを用い、アクティブマトリクス基板上に散布した。図11に示したように、プラスチックビーズ92が絵素領域100c内に存在すると、絵素領域100c内の複数の軸対称配向の一部が乱れる場合がある。このプラスチックビーズによる配向の乱れを防止するために、実施形態3においては、高分子からなる柱状の突起をフォトリソグラフィ技術を用いて、表示に影響しない領域に形成する。

【0045】実施形態1と同様に、アクティブマトリクス基板20を形成した後、光硬化性樹脂（例えば、OMR83：東京応化社製）を4 $\mu$ m程度塗布した。絵素領域周辺の配線上に直径約20 $\mu$ mの柱状突起94が残るように、この光硬化性樹脂の膜を露光・現像し、図12(a)に示した高分子からなる柱状の突起94を形成した。また、図12(b)に示したように、補助容量共通電極76を金属材料等の光を透過しない材料で形成している場合には、補助容量共通電極76上に柱状突起94を形成してもよい。

【0046】この後、実施形態1と同様にして、液晶表示装置を形成した。得られた液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で絵素領域100dを偏光顕微鏡で観察した結果、図13に示したように、それぞれの開口部24aに対応して液晶分子が放射状に倒れ、絵素領域100d内には複数の軸対称配向が形成されていることが確認された。実施形態3の液晶表示装置の表示特性は、実施形態1の液晶表示装置100と同様に、広視野角特性を有するとともに、応答速度も十分速く、残像現象は見られなかった。さらに、プラスチックビーズを散布していないため、それが絵素内にあった場合の軸対称配向の乱れは、全く見られなかった。加えて、液晶層の厚さの面内均一性も向上し、表示品位が向上した。

【0047】（実施形態4）上記の実施形態1～3においては、液晶層40の材料として、負の誘電異方性を有するネマティック液晶材料を用いた。本実施形態においては、上記の液晶材料にカイラル剤（例えば、S811：メルク社製）を添加した。液晶層40におけるカイラルピッチが、約18 $\mu$ mになるようにカイラル剤を添



加した。なお、カイラル剤をツイスト角 $90^\circ$ 、すなわちセル厚のおおむね4倍のピッチになるように添加するのは、以下の理由による。まず、電界印加時に $90^\circ$ ツイスト構造とすることによって、従来のTNモードの液晶表示装置と同様に、光の利用効率および白表示の色バランスを最適化することができる。カイラル剤の添加量が少なすぎると、電界印加時のツイスト配向が不安定になることがあり、カイラル剤の添加量が多すぎると、電圧無印加時の垂直配向が不安定化する場合がある。

【0048】上述したように液晶材料にカイラル剤を添加したことを除いて、実施形態1と同様にして、液晶表示装置を作製した。得られた液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で絵素領域100eを偏光顕微鏡で観察すると、図14に示したように、それぞれの開口部24aに対応して液晶分子が放射状に倒れ、絵素領域100e内には複数の軸対称配向が形成されていることが確認された。実施形態4の液晶表示装置の表示特性は、実施形態1の液晶表示装置100と同様に、広視野角特性を有するとともに、応答速度も十分速く、残像現象は見られなかった。さらに、カイラル剤を添加していない液晶層を用いた実施形態1の液晶表示装置100に比べ、暗視野部分が減り、液晶表示装置としての明るさが向上した。本実施形態によると、絵素電極24に多数の開口部24aを形成した場合や、大きい開口部24aを形成した場合に生じる液晶表示装置の透過率の低下を改善することができる。

【0049】（実施形態5）本実施形態5においては、上述の実施形態1～4の液晶表示装置に適切な位相差板を組み合わせることににより、さらに視野角を拡大した例を説明する。

【0050】液晶表示装置100に設けた一対の偏光板102aおよび102bの内、バックライト側の偏光板102bの吸収軸方向をx軸、表示面内で吸収軸方向に垂直な方向をy軸、表示面法線方向をz軸とする。

【0051】図15（a）及び（b）に示したように、位相差板の屈折率を（ $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ ）としたとき、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を有する位相差板を偏光板と液晶表示装置100のガラス基板との間に設けた。

【0052】図15（a）に示したように、1枚の位相差板104aを偏光板102aと液晶表示装置100の基板との間に設ける場合には、位相差板104aのリタデーション＝フィルム厚（ $d_p$ ）× $\{(n_x + n_y)/2 - n_z\}$ を液晶層のリタデーション＝液晶層の厚さ×（ $n_e - n_o$ ）のおおよそ $1/2 \sim 3/2$ になるように設定することによって、視角特性が改善された。1枚の位相差板を偏光板102bと液晶表示装置100との間に設けた場合も同様の効果が得られた。

【0053】図15（b）に示したように、偏光板102aと102bとのガラス基板との間に、それぞれ位相差板104aと104bとを設ける場合には、それぞれ

の位相差板104a及び104bのリタデーションを合計で、液晶層のリタデーションのおおよそ $1/2 \sim 3/2$ になるように設定することによって、視角特性が改善された。

05 【0054】図15（a）及び（b）に示した位相差板104a及び104bを設けた液晶表示装置の効果を図16を参照して説明する。液晶層のリタデーションが360nm（液晶層の厚さ4.5 $\mu$ m、 $n_e = 1.55$ 、 $n_o = 1.47$ ）に対して、種々のリタデーションを有する位相差板104a及び104bを用いた場合の黒表示状態における透過率の視角依存性を図16（a）に示す。図16（a）中の横軸 $\theta$ は、偏光軸と $45^\circ$ 方向における視角（表示面法線となす角）を示し、縦軸は透過率（空気の透過率を1として規格化した値）を示す。図16（a）の視角 $\theta$ が $60^\circ$ における透過率の値をリタデーションに対してプロットした結果を図18（b）に示す。

【0055】図16（a）からわかるように、位相差板104a及び104bを設けない（0nm）場合、偏光軸と $45^\circ$ 方向において視角を倒す（ $\theta$ が大きくなる）と、透過率が上昇し（光漏れが発生し）良好な黒表示が得られない。位相差板104a（及び／又は104b）を設け、そのリタデーション（ $d_p \times (n_x + n_y)/2 - n_z$ ）を適切な値に設定することによって、図16（b）に示したように、透過率を減少させることができる。特に、位相差板のリタデーションが約180nm（液晶層のリタデーションの $1/2$ ）～約540nm（液晶層のリタデーションの $3/2$ ）の範囲にあると、 $\theta$ が $60^\circ$ における透過率の上昇を位相差板を設けない場合の半分以下に低下することができる。

【0056】上述したように、位相差板が無い場合には、電圧無印加時の黒表示において、正面（表示面の法線方向）から観察した場合の黒表示は良好であるが、斜めの視角（法線方向から傾いた方向）では、液晶層の位相差の発生のため、光漏れが生じ、良好な黒表示ができない（黒浮き）。上記の位相差板は、斜めの視角の液晶層の位相差を補償するので、広い視角において良好な黒表示を与えることができる。つまり広い視角において高いコントラストの表示が可能となった。さらに、図17（a）及び（b）に示したように、 $n_x > n_y = n_z$ の関係を有する位相差板106a及び／又は106bを偏光板102a及び／又は102bとガラス基板との間に設けた。位相差板106a及び106bのリタデーション $\{d_p \times (n_x - (n_y + n_z)/2)\}$ を合計で液晶層のリタデーション値の約 $1/10 \sim 7/10$ の値に設定することによって、良好な表示特性が得られた。この位相差板を設けることによって、偏光板の吸収軸と $45^\circ$ をなす方位角方向から見たときの黒表示を良好にする効果があった。

50 【0057】図17（a）及び（b）に示した位相差板

106aおよび106bを設けた液晶表示装置の効果を図18を参照して説明する。液晶層のリタデーションが360nm（液晶層の厚さ4.5μm、 $n_e=1.55$ 、 $n_o=1.47$ ）に対して、偏光軸方向のリタデーション（ $dp \times (n_x - (n_y + n_z) / 2)$ ）が異なる位相差板106a及び106bを用いた場合の黒表示状態における透過率の視角依存性を図18（a）に示す。なお、位相差板のnz軸方向のリタデーション（ $dp \times (n_x + n_y) / 2 - n_z$ ）は250nmに固定とした。図18（a）中の横軸θは、偏光軸と45°方向における視角（表示面法線となす角）を示し、縦軸は透過率（空気の透過率を1として規格化した値）を示す。図18（a）の視角θが60°における透過率の値をリタデーションに対してプロットした結果を図18（b）に示す。

【0058】図18（a）からわかるように、位相差板106a及び106bを設けない（0nm）場合、偏光軸と45°方向において視角を倒す（θが大きくなる）と、透過率が上昇し（光漏れが発生し）良好な黒表示が得られない。位相差板106a（及び／又は106b）を設け、そのリタデーション（ $dp \times (n_x - (n_y + n_z) / 2)$ ）を適切な値に設定することによって、図18（b）に示したように、透過率を減少させることができる。特に、位相差板のリタデーションが約36nm（液晶層のリタデーションの1/10）～約252nm（液晶層のリタデーションの7/10）の範囲にあると、透過率はおおよそ0.03を下回るので、θが60°における透過率の上昇を位相差板を設けないよりも低下させることができる。

【0059】上述の2種類の位相差板104aと104b及び106aと106bは、図19（a）に示した様に、組み合わせて用いてもよい。図19（a）に示した例に限られず、2種類の位相差板を任意の組み合わせで用いることができる。さらに、図19（b）及び（c）に示した様に、2種類の位相差板を組み合わせたときとほぼ等価な屈折率異方性を有する2軸性位相差板110a及び／又は110bを用いても同様な視野角性能を得ることができた。2枚の一軸性位相差板に代えて1枚の2軸性位相差板を用いることによって、製造プロセスを削減できる。

【0060】上述の実施形態では、垂直配向モードの液晶層を用いた例について説明したが、本発明はこれに限らず水平配向モード（TNモードやSTNモード等）においても同様な効果が得られる。また、上記の実施形態においては、透過型のアクティブマトリクス型液晶表示装置を例に本発明を説明したが、本発明はこれに限られず、反射型液晶表示装置や単純マトリクス型液晶表示装置に広く適用できる。

【0061】

【発明の効果】上述したように、本発明によると、広視

角特性を有し、残像現象が発生しない液晶表示装置が提供される。本発明の液晶表示装置は、絵素領域毎に複数の軸対称配向を均一にかつ安定に形成しているため、表示品位に優れた広視野角、高速応答を有する。また、本発明の液晶表示装置は、従来の製造方法にプロセスを増加することなく製造できるので、コストの上昇も無い。

【0062】本発明の液晶表示装置は、コンピュータ、ワードプロセッサや車載ナビゲーションなどのモニターやテレビ用の液晶表示装置に好適に利用される。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液晶表示装置の1絵素領域の断面図を模式的に示す図である。（a）は電圧無印加状態、（b）は中間調電圧印加状態をそれぞれ示す。

15 【図2】本発明による液晶表示装置に用いられるアクティブマトリクス基板の1絵素に対応する領域の上面図である。

【図3】実施形態1の液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で、1絵素領域を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す図である。

20 【図4】本発明の液晶表示装置に用いられる絵素電極の他の例を示す上面図である。

【図5】本発明の液晶表示装置に用いられる絵素電極の他の例を示す上面図である。

25 【図6】本発明による液晶表示装置に用いられるアクティブマトリクス基板の1絵素に対応する領域の上面図である。

【図7】図6のVII-VII'線に沿ったアクティブマトリクス基板の断面図である。

30 【図8】実施形態2の液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で、1絵素領域を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す図である。

【図9】本発明の液晶表示装置に用いられる絵素電極の他の例を示す上面図である。

35 【図10】本発明の液晶表示装置に用いられる絵素電極の他の例を示す上面図である。

【図11】プラスチックビーズによる絵素領域内の軸対称配向の乱れを示す、1絵素領域を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す図である。

40 【図12】高分子からなる柱状突起を有するアクティブマトリクス基板の上面図である。（a）はゲート配線上に柱状突起が形成された例を、（b）は補助容量共通配線上に柱状突起が形成された例をそれぞれ示す。

45 【図13】実施形態3の液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で、1絵素領域を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す図である。

【図14】実施形態4の液晶表示装置に中間調電圧を印加した状態で、1絵素領域を直交ニコル下で偏光顕微鏡観察を行った結果を示す図である。

50 【図15】実施形態5の液晶表示装置の構成を模式的に示す断面図である。

【図16】(a)は、実施形態5の位相差板104a及び104bを有する液晶表示装置の黒表示状態における透過率の視角依存性を示すグラフである。(b)は、

(a)の視角 $\theta$ が $60^\circ$ における透過率と位相差板のリタデーションとの関係を示すグラフである。

【図17】実施形態5の他の液晶表示装置の構成を模式的に示す断面図である。

【図18】(a)は、実施形態5の位相差板106a及び106bを有する液晶表示装置の黒表示状態における透過率の視角依存性を示すグラフである。(b)は、

(a)の視角 $\theta$ が $60^\circ$ における透過率と位相差板のリタデーションとの関係を示すグラフである。

【図19】実施形態5の他の液晶表示装置の構成を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

20、80 アクティブマトリクス基板

21、31 基板

22 絶縁膜

24 絵素電極

24a 開口部

24b 凹部

26、36 配向膜

30 対向基板(カラーフィルタ基板)

05 32 カラーフィルタ層

34 対向電極

40 液晶層

40a 液晶分子

50、50a、50b、50c サブ電極領域

10 60、60a、60b、60c サブ絵素領域

70 TFT

72 ゲート配線

74 ソース配線

76 補助容量共通配線

15 92 プラスチックビーズ

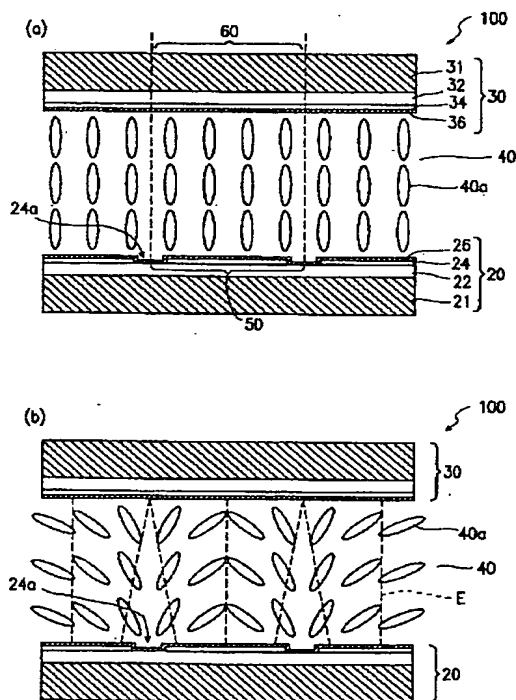
94 柱状突起

100 液晶表示装置

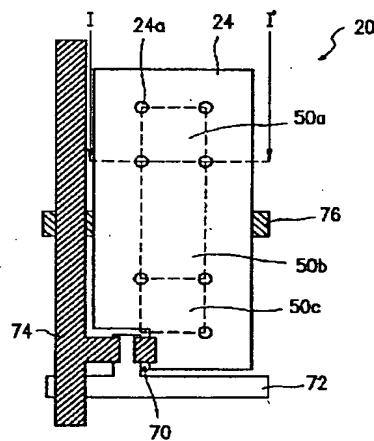
100a、100b、100c、100d、100e

絵素領域

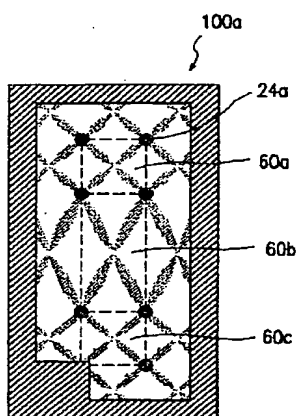
【図1】



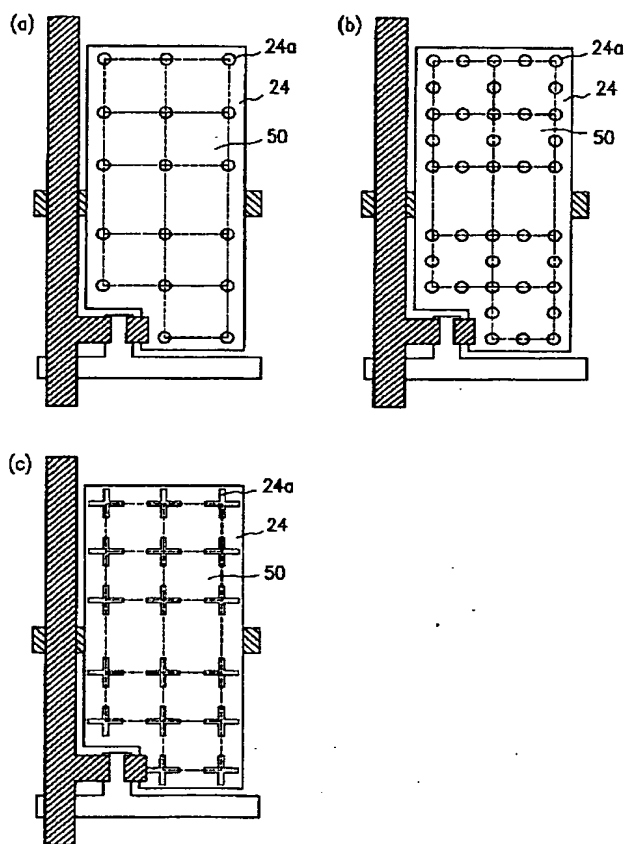
【図2】



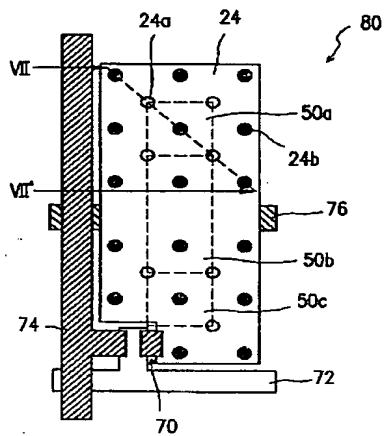
【図3】



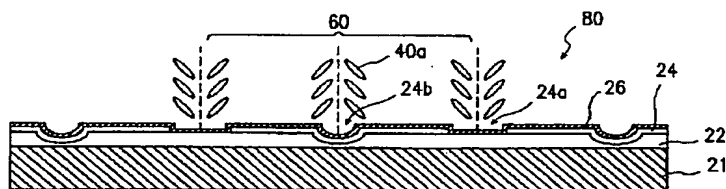
【図4】



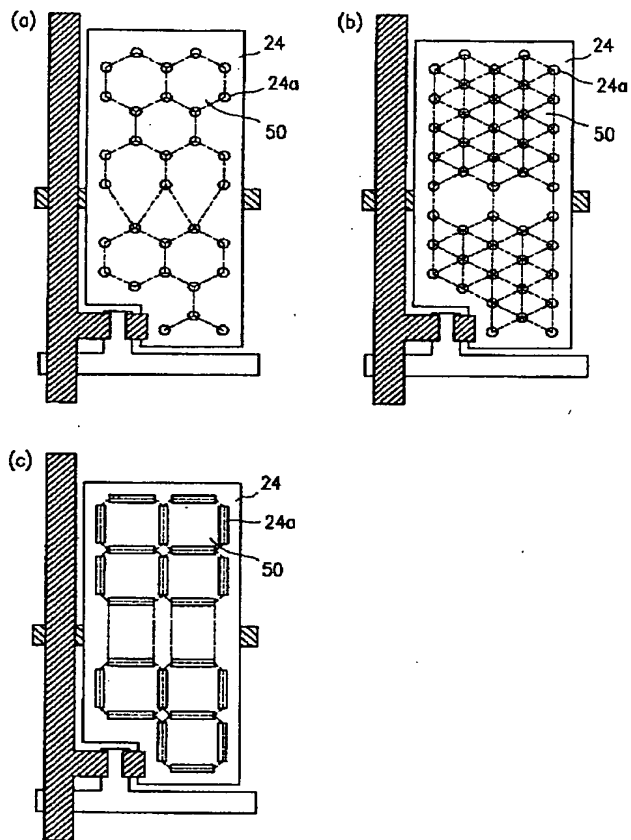
【図6】



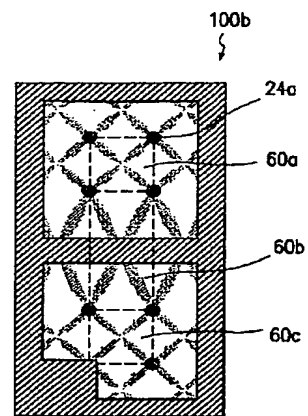
【図7】



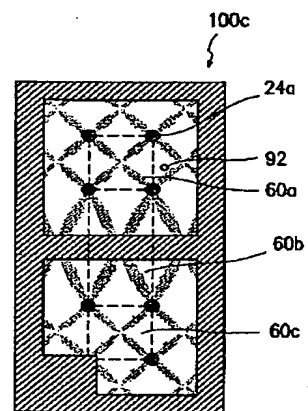
【図5】



【図8】

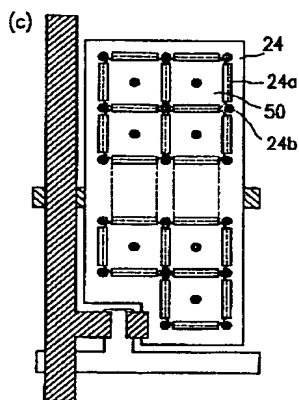
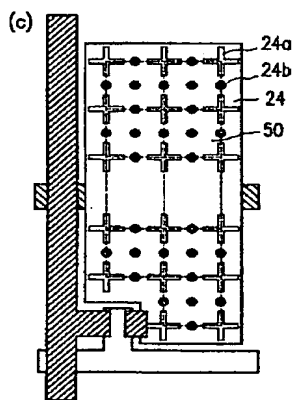
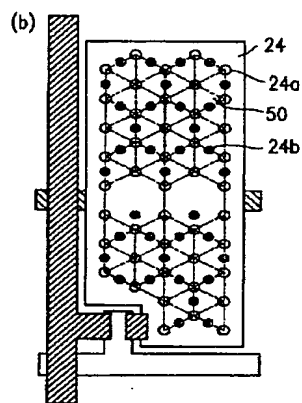
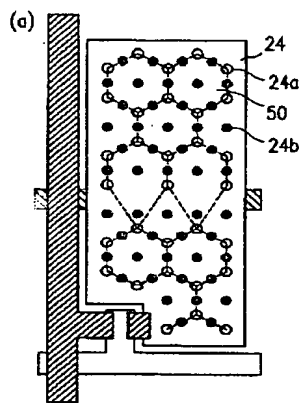
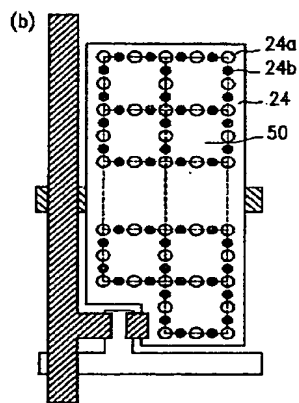
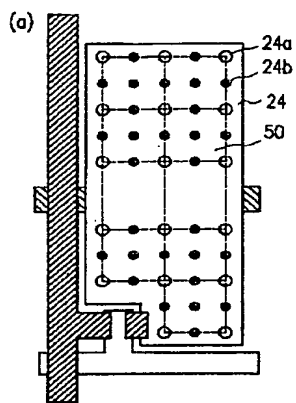


【図11】

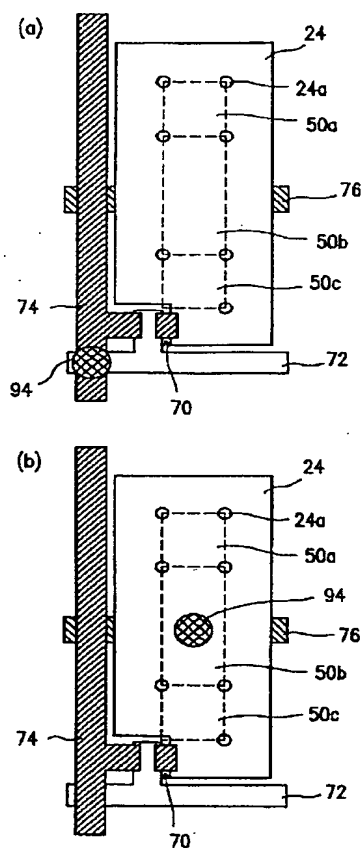


【図 9】

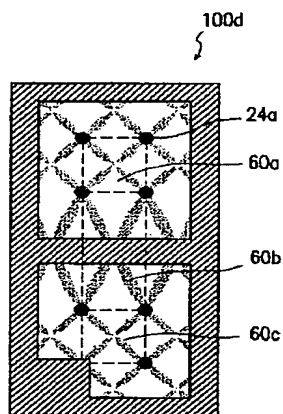
【図 10】



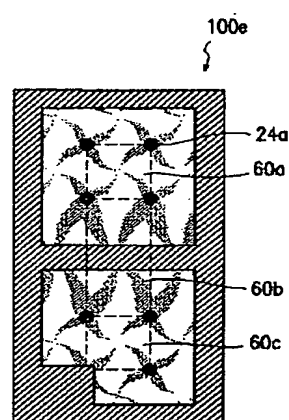
【図12】



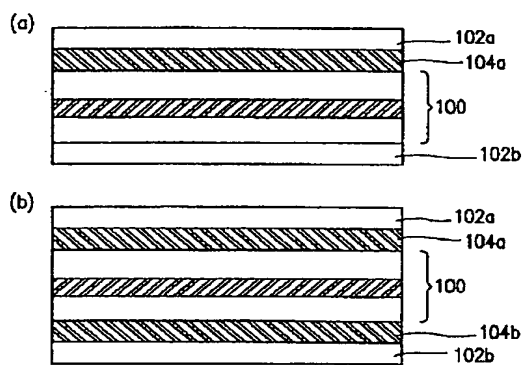
【図13】



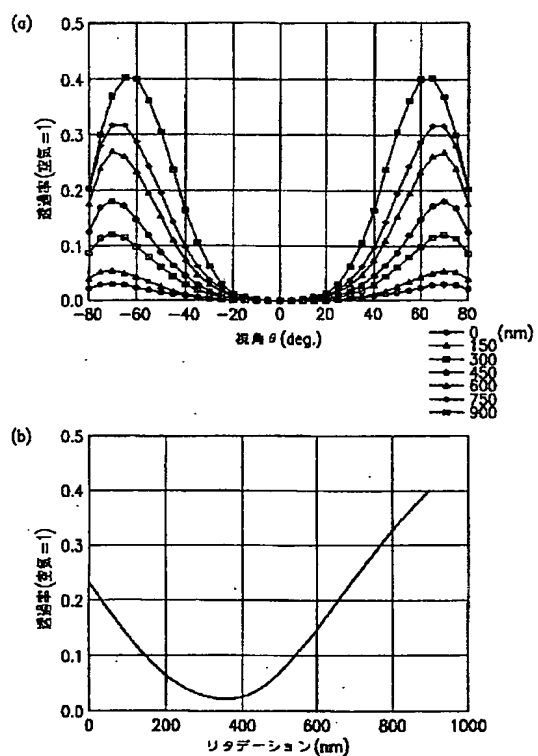
【図14】



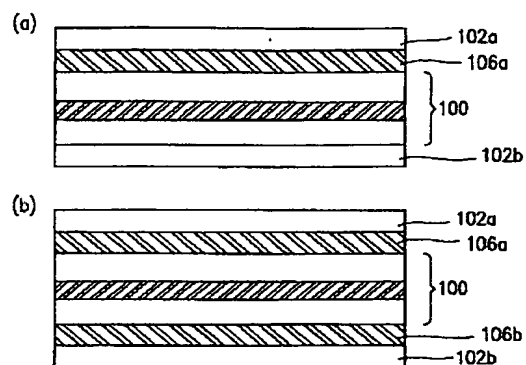
【図15】



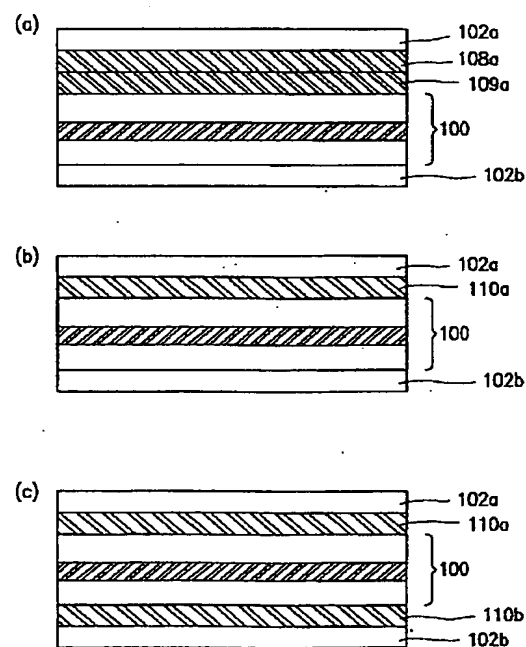
【図16】



【図17】

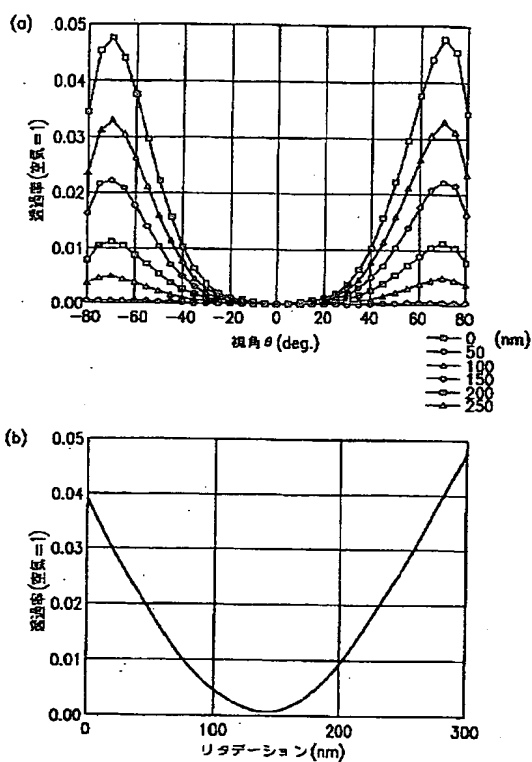


【図19】





【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 睦  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 塩見 誠  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

Fターム(参考) 2H090 HB08Y HC06 KA05 KA08  
LA02 LA04 LA06 LA09 MA01  
MA15

2H092 GA21 GA28 JA24 NA01 PA02  
PA03 PA10 PA11 QA07 QA10

5C094 AA12 AA13 AA43 BA03 BA43  
CA23 EB02 EC03 ED02 ED14